

УДК 641.522.2
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2\(56\)-80-84](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2(56)-80-84)

Поступила в редакцию 22.04.2022
Received 22.04.2022

А. Г. Дорофеев, С. И. Чаевский

ООО «Белагролекс» г. Минск, Республика Беларусь

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕКИСНОГО ЧИСЛА И ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ВО ФРИТЮРНЫХ ЖИРАХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. В производстве снековой продукции особое значение имеет качество фритюра. Высокая температура, кислород, вода портят жир, поэтому стабильность фритюрного жира очень важна для производителей.

В статье приведены результаты исследований по использованию растительных экстрактов, являющихся природными антиоксидантами, для продления срока использования фритюра до его замены. Экспериментально подтверждена возможность существенного продления срока использования фритюрных жиров, при добавлении антиокислителей «Экстрале». Выявлены и обоснованы эффективные параметры контроля качества фритюрных жиров.

Для проведения исследований были использованы натуральный экстракт розмарина, а также добавки пищевые комплексные «Экстрале RT» и «Экстрале GT», произведенные в Республике Беларусь. Специалистами ООО «Белагролекс» разработаны новые эффективные антиокислители с учетом синергизма действия экстракта розмарина, экстракта зеленого чая и смеси токоферолов.

На основании полученных результатов исследований рекомендовано использовать для контроля качества фритюра измерение перекисного числа и экспресс-методику определения содержания окисленных веществ. Контроль данных параметров значительно улучшит качество снековой продукции, а использование антиоксидантов «Экстрале» позволяет продлить время использования фритюрного масла и сроки годности готовой продукции.

Ключевые слова: фритюр, срок годности, снеки, антиоксиданты, антиокислители, экстракт, розмарин, экстрале, перекисное число, окисление, порча.

A. G. Dorofeyev, S. I. Chaevskij

LLC “Belagrolex” Minsk, Republic of Belarus

CHANGES IN THE PEROXIDE NUMBER AND THERMAL OXIDATION PRODUCTS IN DEEP-FRYING FATS IN THE PRODUCTION OF SNACK PRODUCTS

Abstract. The quality of frying fat is important in the production of snack products. High temperature, oxygen, water spoil the fat. The stability of frying fat is very important for manufacturers.

Botanical extracts (natural antioxidants) are preferred by humans, maintain an attractive clean label, extend the life of the deep fryer before replacing it, extend the shelf life of the product. In the course of the research, the possibility of a significant extension of the period of use of frying fats with the addition of antioxidants “Extrale” was confirmed, effective parameters for monitoring the quality of frying fats were identified and substantiated.

In the test, a natural extract of rosemary was used, as well as food additives complex “Extrale RT” and “Extrale GT” produced by the Republic of Belarus. Using the synergism of rosemary extract, green tea extract and a mixture of tocopherols, Belagrolex specialists managed to create new and very effective antioxidants.

Based on our research experience, the introduction of the measurement of peroxide value and express methods for controlling the content of oxidized substances for quality control of frying fat is recommended. The control of these parameters will significantly improve the quality of snack products, and the use of Ektrale antioxidants will extend their shelf life and the time of using frying fat.

Keywords: frying fat, shelf life, snacks, antioxidants, oxidation inhibitor, extract, rosemary, extrale, peroxide value, oxidation, spoilage.

Введение. Предприятие ООО «Белагролекс» специализируется на продлении сроков годности продуктов питания за счет внесения различных экстрактов и других натуральных веществ. Более десяти лет мы исследуем, производим и продаем различные натуральные антиокислители. Организована исследовательская лаборатория, осуществляется активное сотрудничество с лабораториями ведущих профильных научных учреждений Беларуси (РУП «Институт мясо-молочной промышленности», РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», РУП «Белтехнохлеб»).

В производстве снековой продукции особое значение имеет качество фритюрного масла. Высокая температура (150–170 °С), свободный доступ кислорода воздуха, выделение влаги и других компонентов обжариваемого продукта необратимо снижают качество фритюрного жира, а также ведут к накоплению вредных веществ в готовой продукции. Продукты окислительного распада и гидролиза, объединяемые под общим термином «полярные соединения», изменяют не только химический состав жира, но и его физические и органолептические свойства, а также кинетику процесса жарки. Вопросы стабильности фритюрного жира во время жарки и его устойчивости к процессам окисления являются первостепенными для производителей.

Применение различных антиоксидантов улучшает качество фритюрных жиров, защищая их от окисления прогоркания, снижая запах и горечь продукта, а также продлевая срок использования фритюрного масла без необходимости его замены.

По своему происхождению антиоксиданты делятся на синтетические и природные. Синтетические антиоксиданты ухудшают органолептику конечного продукта, а главное могут нанести вред здоровью при их неправильном использовании. Природные антиоксиданты (растительные экстракты) более предпочтительны для человека и позволяют создавать привлекательную для покупателя продукцию, не вносят «металлический» привкус, свойственный химическим добавкам.

Анализ данных производителя антиоксидантов, а также исследования, проведенные совместно с ведущими научно-исследовательскими институтами и лабораториями, позволили получить интересные и перспективные для производителей снековой продукции результаты: существенно продлить срок использования фритюрных жиров, с добавлением антиокислителей «Экстрале», а также выявить эффективные параметры контроля качества фритюрных жиров.

Материалы и методы исследований. В настоящий время производители снековой продукции в Республике Беларусь для определения качества фритюрного масла в основном используют показатель кислотного числа (далее КЧ) согласно методике [1], выраженный в мг гидроокиси калия (далее КОН), необходимой для нейтрализации свободных жирных кислот (далее СЖК) и других нейтрализуемых щелочью веществ, содержащихся в 1 г масла (мг КОН/г).

СЖК образуются в пищевых продуктах в основном в результате гидролитической, а не окислительной порчи. Тем не менее, измерение их количества зачастую выполняется параллельно с определением продуктов окисления липидов, что является особенно важно для фритюрных жиров. Кроме того, количество СЖК используют в качестве индикатора окислительной стабильности при хранении снековой продукции. СЖК участвуют в формировании посторонних привкусов [5].

Перекисное число (далее — ПЧ) служит количественным показателем присутствия первичных продуктов окисления жирных кислот в составе жиров, то есть окислительных изменений, происходящих в жирах. По величине ПЧ можно судить о начальной стадии окисления липидов, на которой образуются пероксиды и гидропероксиды, которые несущественно влияют на органолептические свойства фритюрного жира, но по их наличию можно судить о свежести фритюрного жира задолго до появления неприятного вкуса и запаха [5]. Поскольку пероксиды и гидропероксиды образуются на ранних стадиях окисления липидов, определение количества ПЧ соответственно и применяют для раннего обнаружения прогорклости.

Для определения ПЧ используют различные методы анализа: физические, например полярографический, или химические (йодометрический, железороданидный) [5]. Наибольшее распространение получил йодометрический метод согласно ТНПА [2] и [3], основанный на взаимодействии активного перекисного или гидроперекисного кислорода с йодистоводородной кислотой или йодидом калия (рис 1).

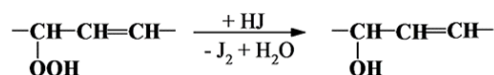


Рис. 1. Реакция взаимодействия перекисного кислорода в составе окисленной ненасыщенной жирной кислоты с йодистоводородной кислотой
Fig. 1. Peroxide reaction with hydroiodic acid, which is part of the structure of an oxidized unsaturated fatty acid

ПЧ принято выражать количеством миллиграмм йода, выделенного перекисями из 100 г жира (в процентах) в миллимолях активного кислорода на килограмм жира (ммоль 1/2O₂/кг) или миллиэквивалентах активного кислорода на килограмм жира (мэкв/кг).

Увеличение стойкости растительного масла при жарке во фритюре при внесении антиоксидантов «Экстрале» легко увидеть, используя следующие экспресс-методы определения продуктов термического окисления во фритюре:

- ♦ химический метод, основанный на цветной реакции взаимодействия окисленных веществ, перешедших из фритюрного жира в спиртовой раствор калия гидроокиси с метиленовым голубым. При наличии в исследуемом фритюре менее 1 % окисленных веществ цвет жидкости в пробирке становится розовым (сиреневый с малиновым оттенком), более 1 % — окраска жидкости в пробирке желто-коричневая. Метод является тестовым и выполняется согласно [4] п. 5.8.2.,

- ♦ рефрактометрический метод, основанный на сравнении показателя преломления фритюра и исходного свежего масла при температуре 20 °С. По мере накопления в масле продуктов окисления и сополимеризации возрастает показатель преломления жира. Согласно методике [4] п. 5.8.1. разность между двумя показателями преломления не должна быть более 0,001, что соответствует предельно допустимому количеству продукта термического окисления во фритюре. Применение данной методики в производстве снеков считаем допустимым для определения качества фритюрного масла в связи с тем, что отдельный документ, регламентирующий показатели фритюра при рефрактометрическом способе не принят в Республике Беларусь.

Наличие надежного маркера ПЧ окислительной порчи всегда является целесообразным, даже если у него нет прямой корреляции с органолептической оценкой прогорклости. Его обнаружение и количественный анализ используется для установления факта окисления липидов и, самое главное, для выявления причины появления постороннего привкуса в конечном продукте в процессе его хранения. Факт наличия посторонних привкусов и запахов используют для оценки полноты технологической обработки продукта и степени устранения окисления липидов. Если определяется лишь кислотное число, то могут возникнуть сложности с качеством продукта с органолептической точки зрения.

В лаборатории ООО «Белагролекс» были проведены испытания фритюрного масла по методике, принятой на нашем предприятии. Она позволяет оценить стойкость масла при ускоренной порче или жарке. Во время эксперимента отбирались пробы согласно [6] и измерялось ПЧ по методикам [2] и [3].

В испытаниях были использованы разные виды натуральных антиоксидантов. На графике (рис. 2) приведены результаты исследований для четырех из них — натурального экстракта розмарина (произведены в Испании) а также добавок пищевых комплексных «Экстрале RT» и «Экстрале GT» (произведены в Республике Беларусь), соответствующих требованиям технических условий [7]). Антиокислители «Экстрале» разработаны специалистами ООО «Белагролекс» с учетом многолетнего европейского и отечественного опыта. Эффективность полученных антиокислителей основана на использовании синергизма экстракта розмарина, экстракта зеленого чая и смеси токоферолов и подтверждена в лабораторных условиях.

Результаты исследований образцов подсолнечного масла с различными антиоксидантными добавками отражены на графике (рис. 2). В качестве контрольного образца использовалось масло, не содержащее антиоксиданты. Для него измерялись значения ПЧ по методике [2] и КЧ по методике [1]. Результаты испытаний показаны на графиках (рис. 3 и 4).

Результаты исследований и их обсуждение. Как видно из графика (рис. 3), метод определения КЧ неинформативен для установления окислительной стойкости фритюрного масла по причине его незначительного изменения в процессе жарки.

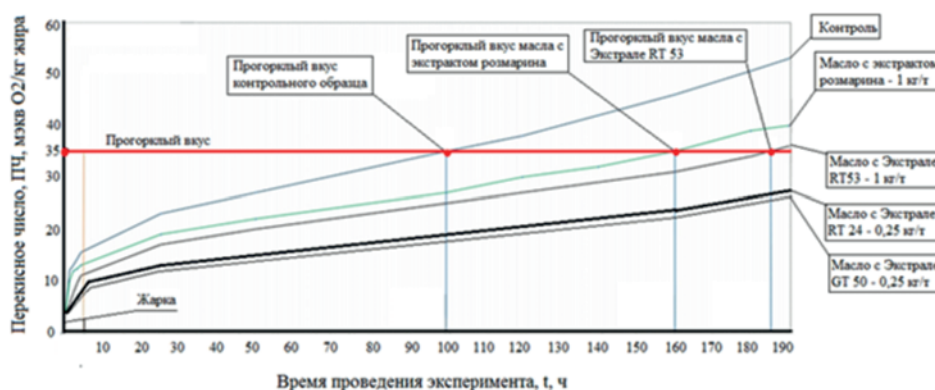


Рис. 2. Изменение перекисных чисел образцов подсолнечного масла с различными антиоксидантами и контрольного образца.

Fig. 2. Changes in peroxide values of sunflower oil samples containing various antioxidants and a control sample

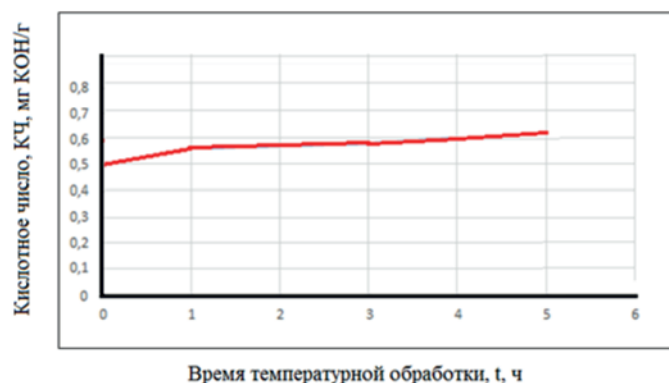


Рис. 3. Изменение кислотного числа подсолнечного масла (контроль) во время температурной обработки при 150 °С

Fig. 3. Changes in the acid value of sunflower oil (control) during heat treatment at 150 °С

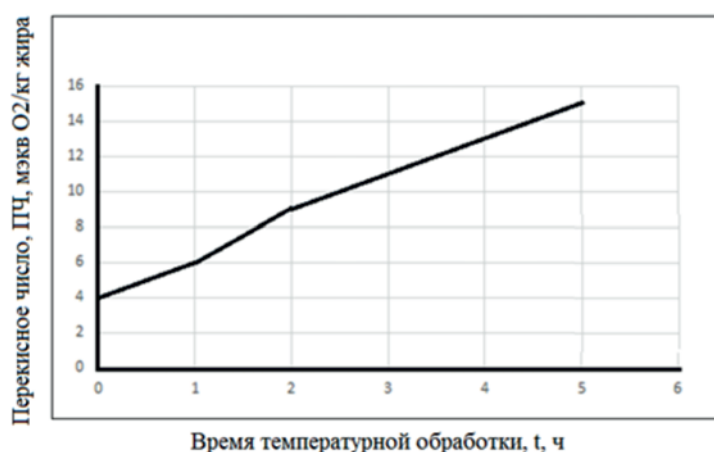


Рис. 4. Изменение перекисного числа подсолнечного масла (контроль) во время температурной обработки при 150 °С

Fig. 4. Changes in the peroxide value of sunflower oil (control) during heat treatment at 150 °С

В то же время, как показали исследования, ПЧ изменяется значительно и служит точным количественным показателем присутствия первичных продуктов окисления ненасыщенных жирных кислот в составе жиров. Так как гидроперекиси весьма нестойки и способны разлагаться, в течение всего периода использования фритюрного жира, а также при хранении фритюрных жиров наблюдается увеличение значений ПЧ до некоторого максимума и затем постепенное их снижение.

На графике (рис 2) следует обратить внимание на линию, определяющую органолептическую годность масла на уровне показателя ПЧ — 35 ммоль $1/2$ O/kg жира. Эта величина не абсолютна и может быть установлена для внутренних нужд предприятия на основании приемлемого вкуса и внешнего вида масла, что дополнительно продлит срок применения фритюрного масла без нарушений требований к кислотному числу. Рекомендуется выбрать уровень ПЧ — 35 ммоль $1/2$ O/kg жира, что обосновано вкусовыми качествами продукции при дегустации и литературными источниками [8], [9].

При измерении ПЧ по методикам [2], [3] наблюдается корреляция с экспресс-методиками [4] п. 5.8.1. и п. 5.8.2. При значениях перекисного числа масла выше уровня 35 ммоль $1/2$ O/kg жира, содержание окисленных веществ во фритюре становится больше 1%, что отражается в изменении окраски тест-раствора в химическом методе экспресс-анализа [4] п. 5.8.2. При этом разница показателей преломления фритюра и исходного свежего масла также становится больше 0,001. Из этого следует, что использование данных экспресс-методик в контроле качества фритюра имеет особую важность.

Закключение. Таким образом, по результатам проведенных исследований установлена целесообразность измерения перекисного числа с целью контроля содержания окисленных веществ во фритюре-

ных жирах в процессе обжарки снековой продукции. на основании нашего опыта исследований рекомендуем ввести для контроля качества фритюра измерение перекисного числа и экспресс методик, контролирующих содержание окисленных веществ. Контроль данных параметров значительно улучшит качество снековой продукции, а использование антиоксидантов «Эсктрале» продлит их сроки годности и время использования фритюрного масла.

Список использованных источников

1. Масла растительные. Методы определения кислотного числа и кислотности: ГОСТ 31933-2012. — Введ. 01.01.2014. — М.: Стандартинформ, 2012. — 11 с.
2. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа: СТБ ГОСТ Р 51487-2001. — Введ. 01.01.2001. — М.: Стандартинформ, 2008. — 10 с.
3. Масла растительные. Метод определения перекисного числа: ГОСТ 26593-85. — Введ. 01.01.1986. — Москва: Стандартинформ, 1985. — 5 с.
4. Пирожки, пончики и пончики с начинкой. Общие технические условия: СТБ 985-95. — Введ. 01.10.1995. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1995. — 15 с.
5. *Стеле, Р.* Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова; под общ. ред. Ю. Г. Базарновой. — СПб.: Профессия, 2006. — 480 с.
6. Масла растительные. Правила приемки и методы отбора проб: ГОСТ 32190-2013. — Введ. 01.07.2014. — М.: Стандартинформ, 2014. — 16 с.
7. Добавки пищевые комплексные «ЭКСТРАЛЕ»: ТУ ВУ 191466401.003-2021. — Введ. 03.12.2021. — 14 с.
8. *Гамаюрова, В. С.* Мифы и реальность в пищевой промышленности. Сравнение пищевой и биологической ценности растительных масел / В. С. Гамаюрова, Л. Э. Ржечицкая // Вестник Казанского технологического университета. — 2011. — № 18. — С. 146–156.
9. *Foster, R.* Culinary oils and their health effects / R. Foster, C.S. Williamson, J. Lunn // Journal compilation. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin. — 2009. — № 34. — P. 4–47.

Информация об авторах

Дорофеев Андрей Георгиевич — директор ООО «Белагролекс» (ул. Тимирязева, д. 65а, офис 543, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: agrolex@n1.by

Чаевский Сергей Иванович — главный технолог ООО «Белагролекс», (ул. Тимирязева 65а, офис 543, 220035, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: tcha@inbox.ru

Information about the authors

Dorofeyev Andrey Georgievich — Director of «Belagrolex» Ltd (Timiryazeva str., 65a, office 543, 220035, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: agrolex@n1.by

Chayevsky Sergey Ivanovich — Chief Technologist of «Belagrolex» Ltd (Timiryazeva str., 65a, office 543, 220035, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tcha@inbox.ru